

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft Kommission V
Titel der Tagung: Böden verstehen, Böden nutzen, Böden fit machen
Veranstalter: DBG, September 2011, Berlin
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation) <http://www.dbges.de>

Kleinräumige Standortkartierung in einer Fichten-Reinkultur mit Hilfe des EM38 als eine Möglichkeit zur optimalen Bestandsführung (Anwendungsbeispiel)

Hinck, S.¹, Kielhorn, A.¹, Mueller, K.²

Einleitung und Zielsetzung

Die Fichte ist ein wichtiger Wirtschaftsbaum in der Forstwirtschaft. Jedoch ist die besonders durch mögliche Trockenheitsperioden in der Vegetationszeit, insbesondere außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets, stark schadensgefährdet. Fehlendes pflanzenverfügbares Bodenwasser ist beim Pflanzenwachstum allgemein gleichzusetzen mit einer Verminderung des Biomassezuwachses. Insbesondere die Baumhöhe wird von der Standortqualität stark beeinflusst. Je höher der pflanzenverfügbare Bodengehalt an Wasser und Nährstoffen, um so günstiger die Wachstumsbedingungen und um so größer die Baumhöhe (Goldmann 2011). Trocken-gestresste Fichten in Reinkulturen stehen außerdem unter einem höheren Schädlingsdrucks. Das Risiko an witterungsbedingten ökologischen und ökonomischen Schäden nimmt im Vergleich zu Mischbeständen überproportional zu. Dieses Risiko lässt sich durch die Einbringung von Laubgehölzen (Waldumbau) und Anpassung der Stammzahl auf die pflanzenverfügbare Bodenwassermenge der jeweiligen Teilfläche reduzieren. Um solche Maßnahmen teilflächenspezifisch durchführen zu können, wäre eine kleinräumige Standortkartierung

notwendig. Allerdings ist eine kleinräumige Standortkartierung mit der klassischen Vorgehensweise, z.B. mit einer Raster-Bohrstockkartierung aus Arbeitszeit- und Kostengründen in der Praxis kaum durchführbar. Das in der Landwirtschaft zum Einsatz kommende EM38 bietet auch für die Forstwirtschaft die Möglichkeit, Teilflächen zu erfassen und abzugrenzen. Mit der vorliegenden Untersuchung wird hierfür ein Anwendungsbeispiel gegeben.

Durch den Einsatz des geoelektrischen Messsystems EM38 wurde eine Fichten-Reinkultur (ca. 1,5 ha) kleinräumig detektiert. Anhand der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens (EC) waren kleinräumige bodenbedingte Unterschiede erkennbar. Teilflächen mit unterschiedlichen EC-Werten sind mit dem Bohrstock gezielt kartiert worden und die Wasserspeicherfähigkeit wurde anhand der Hauptbodenart (Fingerprobe) abgeleitet. Hierdurch ist eine effiziente kleinräumige Standortkartierung möglich.

Ziel auf dieser Fläche ist es, den stehenden Bestand zum einen durch Femelschlag und Einbringen von Laubgehölzen in einen Mischwald umzubauen. Hierbei wird für die Baumartenauswahl die pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicherfähigkeit der jeweiligen Teilflächen berücksichtigt. Zum anderen soll die Fichten-Stammzahl der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens angepasst werden. Ziel ist es das erwartete Anbaurisiko zu reduzieren.

Dazu ist folgende Vorgehensweise erforderlich:

- a. Abgrenzung von Teilflächen anhand der EC-Werte
- b. Bohrstockkartierung auf den Teilflächen
- c. Ermittlung der Sandüberlagerungsmächtigkeit und Bestimmung der tieferliegenden Hauptbodenart (Fingerprobe)
- d. Ableitung der Wasserspeicherfähigkeit nach KA5 und FORSTLICHE STANDORTS-AUFNAHME
- e. Ermittlung der Baumhöhe am stehenden Baum

¹ FARMsystem Hinck&Kielhorn, Postfach 1965, 49009 Osnabrück

² Hochschule Osnabrück, Postfach 1940, 49009 Osnabrück

f. Korrelationsanalyse von Baumhöhe, nFK bzw. nWSK, EC-Werten und Sandüberlagerungsmächtigkeit.

Material und Methode

Die Untersuchungsfläche (ca. 1,5 ha) befindet sich im Ebersdorfer Wald (Elbe-Weser-Dreieck). Bestockt wurde die Fläche mit Fichte 1976 nach einem kompletten Windwurf; die vorherige Kultur war ebenfalls eine Fichten-Reinkultur. Die Fläche befindet sich in einer Altmoränenlandschaft. Die Geländehöhen liegen zwischen 2 und 7,5 m über NN. Der Bodentyp wird in der Bodenkarte als Pseudogley-Podsol ausgewiesen. Die Bodenform kann als Pseudogley-Podsol aus Geschiebesand über Geschiebelehm angesprochen werden.

Als geoelektrisches Messsystem wurde das EM38 genutzt. Dieses ist von Hand im vertikalen Messmodus geführt worden. Ein maschinengestützter Einsatz oder der Einsatz eines anderen geoelektrischen Messsystems war aufgrund des dichten Baumbestandes nicht möglich. Die Messung mit dem EM38 erfolgte in einem Raster anhand zweier festgelegter „Orientierungslinien“ durch den Bestand (Abstand 25 m zueinander). Der Abstand auf diesen Linien betrug 10 m. Nach 5 m erfolgte eine Wiederholung der Messung, so dass die Messabstände 10 m, 5 m, 10 m, 5 m usw. aufwiesen (s. Abb. 1). Die Abgrenzung der Teilflächen erfolgte mit Hilfe einer Klassifizierung der EC-Werte in 6 Klassen (s. Abb. 2). Die Darstellung,

Klassifizierung und Auswertung (Korrelationsanalyse) erfolgt mit dem GIS-Programm OpenJUMP.

Bei der gezielten Bohrstockkartierung an 24 ermittelten Teilflächen (s. Abb. 2) wurde die Sandüberlagerungsmächtigkeit gemessen, die Hauptbodenarten (Fingerprobe) ermittelt, die Horizontmächtigkeiten auskartiert und der Bodentyp bestimmt. Die L/Of/Oh-Lage ist ohne weitere Differenzierung gemessen worden. Die Wasserspeicherfähigkeit wurde nach KA5, Tab. 70 (nFK und Fk) und nach der FORSTLICHEN STANDORTSAUFNAHME, Tab. 48b (nWSK und WSK) für die Tiefen 40, 50, 60 und 100 cm abgeleitet. Die L/Of/Oh-Lage ist bei der Wasserspeicherfähigkeit überschlagsmäßig berücksichtigt. Aufgrund der fehlenden differenzierten Ansprache ist der Zuschlag für den Humusgehalt (h5) für die entsprechende Bodenart um die Hälfte reduziert worden.

Die Baumhöhe ist auf 16 Teilflächen anhand von jeweils 6 bis 11 Bäumen mit Hilfe der Trigonometrie ermittelt worden. Die einzelnen Baumhöhen ergeben den Mittelwert für die Baumhöhe auf der entsprechenden Teilfläche. Auf 8 Teilflächen war es nicht möglich eine ausreichende Anzahl an Bäumen zu untersuchen; der Bestand ist zu dicht um eine Trigonometrie durchzuführen. Die Ergebnisse sind mit Hilfe des Spearman'schen Korrelationskoeffizienten ausgewertet worden.

Ergebnisse und Diskussion

Zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse:

EC-Werte: \bar{x} 10 mS m⁻¹; Spannweite 3 bis 20 mS m⁻¹; s = 3,69
Sandüberlag.: 5 cm bis > 100 cm
Mittlere Baumhöhe: \bar{x} 19,6 m; Mittelwertspannweite: 18 bis 22 m; s = 1,9
niedrigste / höchste Baumhöhe = 16 m / 23 m

nFK für die Tiefen bis 40/ 50/ 60/ 100 cm: 28 – 64; 37 – 79; 44 – 94; 70 – 162 mm m⁻²
FK für die Tiefen bis 40/ 50/ 60/ 100 cm: 42 – 127; 52 – 159; 62 – 191; 102 – 319 mm m⁻²
nWSK für die Tiefen bis 40/ 50/ 60/ 100 cm: 46 – 70; 57 – 92; 79 – 162; 136 – 203 mm m⁻²
WSK für die Tiefen bis 40/ 50/ 60/ 100 cm: 71 – 131; 100 – 169; 122 – 237; 213 – 354 mm m⁻²

Ergebnisse der Korrelationsanalyse (Spearman'sche Korrelationskoeffizient):

Sandüberlagerung – EC-Wert (vertikal)	-0,68
Baumhöhe – Sandüberlagerung	-0,40
Baumhöhe – EC-Wert (vertikal)	0,51

r = ...	nFk (40)	nFk (50)	nFk (60)	nFk (100)
EC-Wert	0,42	0,50	0,60	0,74
Baumhöhe	0,66	0,68	0,80	0,74
r = ...	nWSK(40)	nWSK(50)	nWSK(60)	nWSK(100)
EC-Wert	0,08	0,16	-0,02	0
Baumhöhe	0,24	0,24	0,18	0,20

r = ...	Fk (40)	Fk (50)	Fk (60)	Fk (100)
EC-Wert	0,51	0,63	0,70	0,78
Baumhöhe	0,67	0,75	0,79	0,67
r = ...	WSK(40)	WSK(50)	WSK(60)	WSK(100)
EC-Wert	0,27	0,35	0,27	0,7
Baumhöhe	0,43	0,55	0,34	0,74

Die Sandüberlagerungsmächtigkeit kann mit Hilfe der EC-Werte erkannt werden ($r = -0,68$); mit zunehmender Mächtigkeit sinkt der EC-Wert. Die Bewertung der Sandüberlagerungsmächtigkeit für die Wasserversorgung des Bestands reicht als alleiniges Kriterium nicht aus, da diese mit der Baumhöhe einen Korrelationskoeffizienten von $-0,4$ aufweist. Ebenso ist der EC-Wert nicht als alleiniges Kriterium geeignet um unterschiedliche Biomasse bzw. Baumhöhen zu erklären. Der Korrelationskoeffizient beträgt $0,51$. Eine gute Korrelation zeigt sich zwischen dem EC-Wert und dem Wassergehalt im oberen Meter des Bodens. Die Abgrenzung von Teilflächen mit Hilfe der EC-Werte und eine anschließende Bohrstockkartierung zur Ermittlung der Sandüberlagerungsmächtigkeit und der tieferliegenden Bodenarten als Grundlage zur Ableitung der nFk zeigt sich als geeignete Vorgehensweise. Insbesondere die nFk für die obersten 60 cm Bodentiefe und die Baumhöhe weisen eine gute Korrelation von $0,8$ auf. Wesentlich schwächer ist im Vergleich dazu der Korrelationskoeffizient zwischen nWSK und Baumhöhe. Werden die abgeleiteten Wassergehalte von KA5 (nFk, Fk) und der FORSTLICHEN STANDORTSAUFNAHME, Tab. 48b (nWSK und WSK)

miteinander verglichen, so fallen die deutlich höheren Wassergehalte nach der FORSTLICHEN STANDORTSAUFNAHME auf. Diese kann damit erklärt werden, dass in der FORSTLICHEN STANDORTSAUFNAHME, Tab. 48b höhere nWSK- und RWSK-Werte für die sandigen Bodenarten angegeben sind als nach der KA5, Tab. 70.

Fazit

Durch eine „Vorab-Kartierung“ mit dem EM38 können Waldflächen anhand der unterschiedlich hohen EC-Werte in Teilflächen unterteilt werden. Die Teilflächen werden gezielt aufgesucht und mit dem Bohrstock kartiert. Anhand der auskartierten Bodenarten und der entsprechenden Horizontmächtigkeit kann die Wasserspeicherfähigkeit abgeleitet werden. In diesem Anwendungsbeispiel zeigt sich ein guter Zusammenhang zwischen Baumhöhe und nFk in den obersten 60 cm Bodentiefe.

Die abgeleiteten nFk-Werte dienen als Planungsgröße für die zukünftige Bestandsführung des Waldes. Bewirtschaftungsmaßnahmen (z.B. Durchforstung, Unterbau) werden u.a. an der nFk ausgerichtet. So wird die Bestockungszahl auf Teilflächen mit einer geringen nFk deutlich reduziert, um das Anbaurisiko zu mini-

mieren. Allerdings ist diese Entscheidungsfindung mit weiteren Kriterien in der Bestandsführung zu ergänzen. So geben KÖHL et al. (2010) Hinweise für eine angepasste Waldbaustrategie im Hinblick auf den Klimawandel. HÖLLERL und MOSANDL (2009) untersuchten Waldbaustrategien zur Stabilisierung montaner Fichtenbestände. Einige grundsätzliche Erkenntnisse dieser Untersuchung können auch für Fichtenbestände im norddeutschen Flachland berücksichtigt werden. Über die Transpirationsrate ausgewählter Bäume geben ZIMMERMANN et al. (2008) entsprechende Informationen, welche insbesondere für den Waldumbau von Relevanz sind.

Dieses Anwendungsbeispiel zeigt auf, dass das bisher in der Landwirtschaft zum Einsatz kommende EM38 auch sinnvoll für die Teilflächenabgrenzung in der Forstwirtschaft angewandt werden kann.

Zusammenfassung

Mit Hilfe der EC-Werte ist eine Waldfläche in Teilflächen unterteilt worden. Auf diesen Teilflächen ist die Bodenart bestimmt und anhand dessen die nFk und nWSK ermittelt worden. Die EC-Werte, nFk und nWSK sind mit der Baumhöhe korreliert worden. Es zeigt sich eine gute Korrelation zwischen Baumhöhe und nFk.

Schlüsselwörter: Teilflächenspezifische Forstwirtschaft, Bodenwasser, beprobungsarme Standortkartierung, EM38

Danksagung

Diese Untersuchung fand in Zusammenarbeit mit der Hochschule Osnabrück (Herrn Prof. Mueller) und der Forstbetriebsgemeinschaft Elbe-Weser (Herrn Förster Goldmann) statt. Herrn Goldmann sei für seine fachliche Unterstützung zu den forstlichen Fragen herzlich gedankt!

Literatur:

Forstliche Standortaufnahme (2003): Forstliche Standortaufnahme, 6. Auflage. Hrsg.: Arbeitskreis Standortkartierung und Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung“. IHW-Verlag, Eching

Goldmann, N. (2011): mündliche Auskunft; Förster der Forstbetriebsgemeinschaft Elbe-Weser, Standort Bremervörde.

Höllerl, S., Mosandl, R. (2009): Stabilisierung montaner Fichtenbestände, S. 11 – 13. In LWF Waldforschung aktuell Nr. 68. 16. Jahrgang, Ausgabe 1-2009.

KA5 (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage. Hrsg.: Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Köhl et al. mit 12 weiteren Autoren: Combating the effects of climatic change on forests by mitigation strategies. Carbon Balance and Management 2010. <http://www.cbmjournal.com/content/5/1/8>

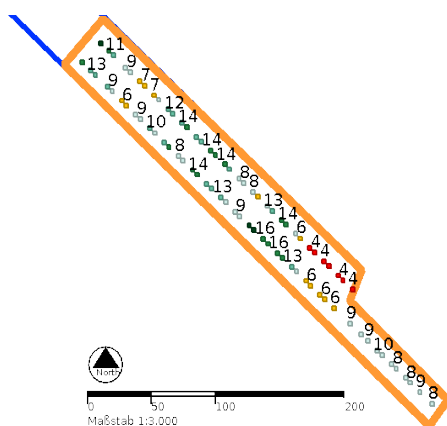


Abb. 1: Flächenuntersuchungsgrenze (orange Linie) mit Messorten sowie EC-Werten in mS/m

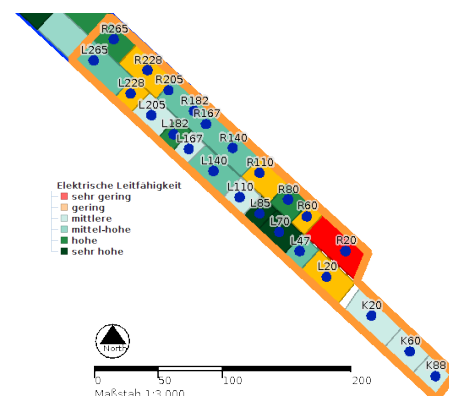


Abb. 2: Teilflächen nach EC-Werten klassifiziert mit Beprobungsorten